

**Absolute coder using coding disc - has two detectors as unit, set at preset spacing along sign pattern track on-disc**

Patent Number: DE3928027  
Publication date: 1990-03-01  
Inventor(s): HATTORI TETSUO (JP); OHNO KOU (JP)  
Applicant(s): NIPPON KOGAKU KK (JP)  
Requested Patent: ☒ DE3928027  
Application Number: DE19893928027 19890824  
Priority Number(s): JP19880210679 19880826  
IPC Classification: H03M1/24  
EC Classification: G01D5/245C1, G01D5/249B, H03M1/28C  
Equivalents: ☒ JP2059611

---

**Abstract**

---

A coding disc has a first track with an absolute sign pattern, along which detectors are fitted for a relative motion w.r.t. the disc. Two detectors (4R,4L) are fitted in a preset spacing along the first track (2). An evaluator (14) recognises a relative forward or backward movement between the detectors and the disc. A series-parallel data converter (12) is supplied with data from one or the other detector in dependence of the recognised relative motion, as a response to the evaluator output signal. The series data are shifted by the converter in one of two opposite directions, after their recognition. The series data are transmitted as parallel data with a preset number of bits, after the converter shifting.  
USE/ADVANTAGE - For control of overshifting and position holding, with reduced number of detectors and precise coded signal for absolute position.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

D1

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3928027 A1**

⑤1 Int. Cl. 5:  
H 03 M 1/24

⑳ Aktenzeichen: P 39 28 027.6  
㉔ Anmeldetag: 24. 8. 89  
㉕ Offenlegungstag: 1. 3. 90

DE 3928027 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
26.08.88 JP 63-210679

㉑ Anmelder:  
Nikon Corp., Tokio/Tokyo, JP

㉒ Vertreter:  
Koepsell, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 5000 Köln

㉓ Erfinder:  
Hattori, Tetsuo, Yokohama, Kanagawa, JP; Ohno,  
Kou, Zama, Kanagawa, JP

⑤4 Absolutkodierer

Ein Absolutkodierer zur Erfassung von absoluten Positionen mit einer kodierten Scheibe, die mit einer ein absolutes Zeichenmuster von Gradationen tragenden Spur versehen ist, und einem Paar von Detektoren, die entlang der Spur angeordnet sind und relativ zur kodierten Scheibe bewegbar sind. Die Relativposition zwischen kodierter Scheibe und Detektor wird im Hinblick auf das absolute Zeichenmuster von Gradationen auf der kodierten Scheibe abgelesen und ergibt ein Ausgangssignal für eine Absolutposition. Der Kodierer besitzt einen ersten Detektor und einen zweiten Detektor, die in einem vorgegebenen Abstand voneinander entlang der Spur angeordnet sind, eine Auswerteeinheit zur Erkennung einer relativen Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung und einen Seriell/Parallel-Datenwandler. Dieser Datenwandler übernimmt serielle Daten vom ersten oder zweiten Detektor und verschiebt sie in eine von zwei einander entgegengesetzten Richtungen in Abhängigkeit vom Ausgangssignal der Auswerteeinheit. Nach der Verschiebung werden die seriellen Daten in parallele Daten mit einer vorgegebenen Anzahl von Bits umgewandelt und als Ausgangssignal abgegeben.

DE 3928027 A1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Kodierer und insbesondere auf einen Kodierer zur Erfassung einer Absolutposition, der allgemein als "Absolutkodierer" bezeichnet wird, zum Ablesen einer Relativposition zwischen einem Kodierelement und einem Detektor unter Verwendung eines als Gradationsstufenfolge des Kodierelements ausgebildeten absoluten Zeichenmusters, wobei die Relativposition in Form einer Absolutposition ausgegeben wird.

Kodierer vom linearen oder rotierenden Typ werden in ausgedehntem Maße als Detektoren zur Steuerung von Übervorschüben und zum Anhalten der Positionen verschiedener Stellglieder verwendet. Wenn man sie in anderer Weise klassifiziert, fallen diese Kodierer unter zwei breite Kategorien: den inkrementalen Typ und den absoluten Typ. Der Kodierer vom inkrementalen Typ erfaßt und liefert Zunahmewerte und Abnahmewerte bei einer Relativbewegung zwischen einem Kodierelement und einem Detektor. Der Kodierer vom absoluten Typ liest die Relativposition zwischen einem Kodierelement und einem Detektor ab, indem er eine vollständig periodische Anordnung einer Musterfolge (absolutes Zeichenmuster) auf dem Kodierelement verwendet. Nach einer geeigneten Weiterverarbeitung wird die Relativposition als eine Absolutposition ausgegeben.

Ein üblicher Absolutkodierer ist beispielsweise in der japanischen Patentveröffentlichung mit der Offenlegungsnummer 57-1 75 211 und ein anderer in dem japanischen Gebrauchsmuster mit der Offenlegungsnummer 60-1 52 916 beschrieben. Kodierer dieser Bauart arbeiten in der folgenden Weise. In einer Kodiereinrichtung ist ein absolutes Zeichenmuster auf einem Kodierelement als einzelne Spur ausgebildet. Entlang dieser Spur ist eine Mehrzahl von Detektoren in festen Intervallen angeordnet. Ein binärer Kombinationscode von Ablesungen, die von den Detektoren magnetisch oder optisch relativ zum Zeichenmuster bewirkt werden, wird in eine Absolutposition umgesetzt.

Diese üblichen Absolutkodierer erfordern, wenn sie magnetisch oder optisch betrieben werden, die Anordnung von so vielen berührungslosen Detektoren, als es der Anzahl der Bits in dem oben erwähnten Kombinationscode entspricht. Dies geschieht, um aus 1-Werten und 0-Werten bestehende Ablesungen herzustellen, die das absolute Zeichenmuster bilden. Der Abstand zwischen den Detektoren muß genau im Einklang mit der Gradationsstufenfolge des absoluten Zeichenmusters der Spur stehen. Diese Forderung bringt ein Problem mit sich: Es ist sehr schwierig, den Kodierer mit Genauigkeit aufzubauen und zu justieren. Absolutkodierer dieses Typs besitzen noch ein anderes Problem. Wenn die Richtung der Relativbewegung zwischen dem Kodierelement und dem Detektor umgekehrt wird, wird das Ausgangssignal aus genau kodierten Ablesungen des Kodierers erst erhalten, nachdem eine bestimmte Anzahl von Gradationsstufen vorbeigelaufen ist. Die dieser Beschränkung zuzuschreibenden Ablesefehler stellen eine schwer zu überwindende Hürde dar, wenn der Kodierer in bidirektionalen Anwendungsarten benutzt werden soll.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die prinzipielle Aufgabe zugrunde, einen Absolutkodierer zu schaffen, der die oben beschriebenen Probleme und Beschränkungen, die mit üblichen Absolutkodierern verknüpft sind, überwindet, der die Notwendigkeit der Anordnung vieler Detektoren in festen Abständen entlang

einer Spuranordnung eliminiert und ein genau kodiertes Signal für die Absolutposition abgibt durch Erfassung des absoluten Zeichenmusters an zwei Stellen auf der absoluten Zeichenmusterspur zur Beseitigung von Ablesefehlern aufgrund in umgekehrter Richtung verlaufender Relativbewegungen.

Die Lösung dieser und anderer Aufgaben der vorliegenden Erfindung geschieht erfindungsgemäß mit den Merkmalen aus dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Ein typisches Ausführungsbeispiel eines Kodierers zur Erfassung der Absolutposition gemäß den Patentansprüchen ist in der nachfolgenden Beschreibung aufgezeigt.

Entsprechend der vorliegenden Erfindung ist ein Kodierer zur Erfassung einer Absolutposition vorgesehen mit einem Kodierelement, auf dem eine Spur mit einem als Gradationsstufenfolge ausgebildeten absoluten Zeichenmuster angeordnet ist und mit Detektoren zur Erfassung einer Relativbewegung entlang der Spur. Insbesondere zur Lösung der Hauptaufgabe besitzt der Kodierer einen ersten und einen zweiten Detektor, die in festen Abständen entlang der Spur angeordnet sind, ein Interpretationsmittel zur Erkennung der Richtung der Relativbewegung zwischen Kodierelement und Detektor als vorwärts oder rückwärts sowie einen Seriell/Parallel-Datenwandler zur Umwandlung der seriellen Daten der Detektoren in parallele Ausgangsdaten. Genauer gesagt, erhält der Seriell/Parallel-Datenwandler vom ersten und zweiten Detektor getrennte serielle Daten über die Relativbewegung in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung, indem die Daten in entgegengesetzte Richtungen verschoben werden in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Interpretationsmittels. Die so erhaltenen seriellen Daten werden in parallele Daten mit einer vorgegebenen Anzahl von Bits umgewandelt zum Zwecke der Bildung eines Ausgangssignals.

Bei ihrer Relativbewegung gegenüber dem Kodierelement machen die beiden Detektoren des erfindungsgemäßen Absolutkodierers Ablesungen von 0-Werten und 1-Werten des absoluten Zeichenmusters in Form von binär kodierten seriellen Daten. Das Interpretationsmittel erzeugt ein abgetrenntes Ausgangssignal in Abhängigkeit von der Vorwärts- oder Rückwärtsrichtung der Relativbewegung zwischen Kodierelement und Detektor. Wenn die Relativbewegung in Vorwärtsrichtung verläuft, werden serielle Daten aufeinanderfolgend vom ersten Detektor dem Interpretationsmittel zugeführt. Da das Interpretationsmittel in Synchronisation mit der Datenübertragung eine Verschiebungsoperation in einer der beiden Richtungen bewirkt, werden die seriellen Daten des ersten Detektors aufeinanderfolgend in ein Ausgangssignal aus parallelen Daten mit einer vorgegebenen Anzahl von Bits umgewandelt. Wenn die Relativbewegung in Rückwärtsrichtung verläuft, werden serielle Daten aufeinanderfolgend vom zweiten Detektor dem Interpretationsmittel zugeführt. Da das Interpretationsmittel in Synchronisation mit der Datenübertragung eine Verschiebungsoperation in der anderen Richtung bewirkt, werden die seriellen Daten des zweiten Detektors aufeinanderfolgend in ein Ausgangssignal aus parallelen Daten mit der vorgegebenen Anzahl von Bits umgewandelt.

Das absolute Zeichenmuster des Kodierelements liefert eine vollständig periodisch angeordnete Sequenz aus mit vier Bit binär kodierten Signalwerten in Einheiten einer Stufenfolge von Gradationen, während eine

Relativbewegung zwischen Kodierelement und Detektor stattfindet. In diesem Falle sind der erste und der zweite Detektor in einem Abstand von vier Stufenfolgen von Gradationen entlang der Spur angeordnet. Die Stufenfolgen von Gradationen bedeuten die kleinsten ablesbaren Einheiten der Folge. In dem Ausdruck

$$2^{n-1} < X \leq 2^n \quad (1)$$

in welchem  $X$  die Anzahl der Stufenfolgen der Gradation des absoluten Zeichenmusters auf dem Kodierelement angibt, ist der Abstand von Gradation zu Gradation allgemein gegeben durch  $n$  mal  $\lambda$ , wenn  $\lambda$  die Länge oder der Winkelbereich des Zeichenmusters einer einzelnen Gradation entlang der Spur repräsentiert.

Bei einem Beispiel, in dem das Interpretationsmittel durch ein vier-Bit Schieberegister mit serieller Eingabe und paralleler Ausgabe verkörpert wird, bewirkt eine Relativbewegung in Vorwärtsrichtung, daß vom ersten Detektor ausgehende serielle Daten den Eingang des Registers erreichen, der einer Verschiebung nach rechts zugeordnet ist. Dort werden die seriellen Daten aufeinanderfolgend in vier-Bit Paralleldaten in Einheiten der Gradation umgewandelt. Währenddessen erfaßt der zweite Detektor jedesmal nach fünf Gradationen ein Zeichenmuster. Die in dieser Weise erfaßten Daten sind effektiv die gleichen wie die Daten, die aus dem Schieberegister herausgeschoben werden, wenn es eine nach rechts gerichtete Verschiebungsoperation durchführt. Wenn die Bewegung des Kodierelements umgekehrt wird und die Relativbewegung entsprechend rückwärts verläuft, bewirkt ein Richtungsidentifikationssignal, das von dem Interpretationsmittel abgegeben wird, daß die seriellen Daten vom zweiten Detektor dem eine Verschiebung nach links zugeordneten Eingang des Schieberegisters zugeführt werden. Das Schieberegister führt dann eine nach links gerichtete Verschiebungsoperation aus. Dies bedeutet effektiv, daß die Daten, die bei der Verschiebeoperation nach rechts aus dem Register herausgeschoben wurden, sofort nach der Umkehrung der Bewegung des Kodierelements aufeinanderfolgend in das Register zurückkehren, indem sie der Verschiebungsoperation nach links folgen. Dies hat zur Folge, daß die Stufenfolge präzise abgelesen wird, ohne daß auf die Umkehrung der Relativbewegung eine Fehlanpassung der Gradation folgt. Es braucht nicht betont zu werden, daß dieselben Funktionsabläufe gelten, wenn die Rückwärtsbewegung wieder zur ursprünglichen Vorwärtsbewegung zurückkehrt.

Der oben beschriebene Seriell/Parallel-Datenwandler arbeitet in Synchronisation mit einem Signal aus seriellen Daten, das von den Detektoren kommt. Bei dieser Einrichtung wird ein Synchronisationssignal verwendet. Typischerweise kann dieses Signal durch einen Detektor erhalten werden, der in regelmäßigen Abständen angeordnete binäre Zeichenmuster abtastet, die auf einer anderen parallel laufenden Spur des Kodierelements angeordnet sind. In diesem Falle wird von dem Detektor etwas abgenommen, was als Ausgangssignal der Phase A bezeichnet werden kann, und von dem anderen Detektor wird ein Ausgangssignal der Phase B abgenommen, wobei die beiden Ausgangssignale eine Phasendifferenz von  $90^\circ$  besitzen. Das oben erwähnte Interpretationsmittel kann logische Schaltkreise enthalten, welche die Phasenbeziehung zwischen den beiden Phasen erfassen, um ein Richtungsidentifikationssignal zu erhalten.

Entsprechend der vorliegenden Erfindung wird das

absolute Zeichenmuster des Kodierelements an zwei Stellen durch zwei getrennte, in einem geeigneten Abstand voneinander angeordnete Detektoren abgelesen. Die von jedem der beiden Detektoren getrennt erhaltenen seriellen Daten werden durch einen der beiden Dateneingänge des Schieberegisters geführt und einer Verschiebungsoperation unterworfen. Die Richtung der Verschiebung und der Dateneingang werden in Abhängigkeit von der Relativbewegung zwischen Detektor und Kodierelement in Vorwärts- oder Rückwärtsrichtung ausgewählt. Im Verfahrensverlauf werden die seriellen Daten aufeinanderfolgend in parallele Daten mit einer vorgegebenen Anzahl von Bits umgewandelt und als Ausgangssignal abgegeben. Diese Anordnung vermeidet die Möglichkeit von Ausgangsfehlern des Kodierers, die auf einer Umkehrung der Relativbewegung zwischen Kodierelement und Detektor beruhen. Dort, wo ein absolutes Zeichenmuster entlang einer Spur abgelesen werden soll, eliminiert eine Einrichtung nach der vorliegenden Erfindung die Notwendigkeit, entlang der Spur so viele Detektoren vorzusehen, als es der Anzahl von Bits entspricht, welche die von der Ablesung erfaßten Daten bilden. Notwendig ist nur eine minimale Anzahl von Detektoren, um Ablesungen mit genügend hoher Genauigkeit zu erhalten. Diese Vorteile ermöglichen es, einen einfach aufgebauten Absolutkodierer herzustellen, der relativ leicht aufgestellt und justiert werden kann.

Die oben erwähnten sowie andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden in der folgenden Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen verdeutlicht.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1A eine schematische Aufsicht auf eine kodierte Scheibe für einen Absolutkodierer vom optischen Typ nach der Erfindung;

Fig. 1B ein Schaltbild signalverarbeitender Schaltkreise zur Verarbeitung der aufgrund erfaßter Daten von Detektoren abgegebenen Ausgangssignale;

Fig. 2 eine Ansicht zur Erläuterung, wie eine Verschiebungsoperation eines im Kodierer verwendeten Schieberegisters durchgeführt wird;

Fig. 3 eine Ansicht zur Erläuterung, wie vom Detektor abgelesene serielle Daten in dem Absolutkodierer nach der vorliegenden Erfindung in parallele Daten umgewandelt werden;

Fig. 4 eine Ansicht, welche mehrere Beispiele binärer Gradationsanordnungen zeigt, von denen jede ein absolutes Zeichenmuster bildet, mit dem ein Erfassungssignal der Absolutposition mit einer unterschiedlichen Anzahl von Bits erhalten wird.

In den Fig. 1A und 1B ist ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt, bei dem ein Absolutkodierer vom optischen Typ mit photoelektrischen Wandlerelementen als Detektoren arbeitet.

Nach Fig. 1A besitzt eine kodierte Scheibe 1 eine erste kreisförmige Spur 2 und eine zweite kreisförmige Spur 3 die konzentrisch angeordnet sind. Die erste kreisförmige Spur 2 besitzt ein absolutes Zeichenmuster, das sich aus Gradationen mit 0-Werten und 1-Werten zusammensetzt, die jeweils durch transparente und undurchsichtige Teile gegeben sind. Die zweite kreisförmige Spur 3 besitzt ein inkrementales Zeichenmuster, das durch 16 gleiche Teile gegeben ist, wobei undurchsichtige und transparente Teile abwechselnd aufeinanderfolgen.

Das auf der ersten kreisförmigen Spur 1 angeordnete absolute Zeichenmuster liefert ein Signal im vier-Bit

Absolutcode in einer vollständig periodischen Anordnung. Das Codesignal wird gebildet durch 16 gleich aufgeteilte Abschnitte des Umfangs der Spur (ein Teilabschnitt entspricht  $\pi/8$  rad.). Die erste kreisförmige Spur 2 in Fig. 1A besitzt im Uhrzeigersinn von der 12-Uhr-Position ausgehend vier aneinander angrenzende 0-Werte oder transparente Gradationen, zwei aneinander angrenzende 1-Werte oder undurchsichtige Gradationen, einen einzelnen 0-Wert oder transparente Gradation, einen einzelnen 1-Wert oder undurchsichtige Gradation, einen einzelnen 0-Wert oder transparente Gradation, vier aneinander angrenzende 1-Werte oder undurchsichtige Gradationen, zwei aneinander angrenzende 0-Werte oder transparente Gradationen und einen einzelnen 1-Wert oder undurchsichtige Gradation. Dies bedeutet, daß die Stufenfolge dieses Zeichenmusters gebildet ist als:

0000110101111001

In Fig. 1A bezeichnet  $\lambda$  die Länge einer einzelnen Gradation auf der Stufenfolge entlang der Spur 2. Da die Anzahl der Gradationen bei der Ausführungsform nach Fig. 1A 16 ist, entspricht eine Gradation  $22,5^\circ$  Winkelgraden ( $= 360^\circ/16; \pi/8$  rad.).

Die zweite innere Spur 3 besitzt ein inkrementales Zeichenmuster, durch welches ein Taktsignal zur Synchronisation zwischen dem interpretierenden Signal und dem oben beschriebenen Prozeß der Umwandlung serieller in parallele Daten erhalten wird. Die Spur 3 besitzt 16 gleiche Teile, wobei undurchsichtige und transparente Teile abwechselnd erscheinen und jeder Teil die Länge einer einzelnen Gradation  $\lambda$  (Winkelbereich) besitzt. Die 16 Gradationen bilden so das inkrementale Zeichermuster.

Die kodierte Scheibe 1 weist optische Sensoren 4R, 4L, 5A und 5B auf, von denen jeder eine Lichtquelle und ein photoelektrisches Wandlerelement auf der entgegengesetzten Seite der Scheibe besitzt. Die kodierte Scheibe 1 und die Detektoren können relativ zueinander um eine zentrale Rotationsachse 6 rotieren. Der erste optische Sensor 4R und der zweite optische Sensor 4L sind in einem Abstand von  $\lambda/2$  gegeneinander versetzt entlang der Spur 2 angeordnet und dienen zur Ablesung des absoluten Zeichenmusters. Die optischen Sensoren 5A und 5B bilden ein Paar und sind im Abstand  $\lambda/2$  gegeneinander versetzt entlang der Spur 3 angeordnet. Sie dienen zur Ablesung des inkrementalen Zeichenmusters.

Fig. 1B ist ein Blockdiagramm, das einen typischen signalverarbeitenden Schaltkreis zur Verarbeitung der aus den Ablesungen der optischen Sensoren 4R, 4L, 5A und 5B erhaltenen Ausgangssignale zeigt. Das Ausgangssignal des optischen Sensors 4R und das Ausgangssignal des Sensors 4L werden jeweils durch eine Impulsformerstufe 10R bzw. eine Impulsformerstufe 10L in bezug auf ihre Wellenform verbessert. Aus diesem Prozeß gehen serielle Daten hervor, die auf dem absoluten Zeichenmuster beruhen und ein Rechteckwellen-Signal darstellen. Die seriellen Daten des optischen Sensors 4R gelangen zu dem einer Verschiebung nach rechts zugeordneten Eingang eines Schieberegisters 12. Die seriellen Daten des optischen Sensors 4L gelangen in den einer Verschiebung nach links zugeordneten Eingang dieses Schieberegisters.

In der Zwischenzeit werden ein Signal mit der Phase A, das Ausgangssignal des optischen Sensors 5A, und ein Signal mit der Phase B, das Ausgangssignal des opti-

schen Sensors 5B, jeweils in der gleichen Weise durch eine Impulsformerstufe 10A bzw. eine Impulsformerstufe 10B in ihrer Wellenform verbessert. Die Signale gelangen in einen interpretierenden Kreis 14. Der interpretierende Kreis 14 liefert eine "1" an das Schieberegister, wenn das Signal mit der Phase A dem Signal mit der Phase B in der Phase voreilt. Der Kreis 14 liefert eine "0" an das Register 12, wenn das Signal mit der Phase B dem Signal mit der Phase A in der Phase voreilt. Entweder das Signal mit der Phase A oder das Signal mit der Phase B triggert eine monostabile Kippstufe 16. Dort wird jeweils an der vorderen und hinteren Flanke des Signals ein Impuls erzeugt. Der Impulszug wird dem Schieberegister 12 als Verschiebungstaktimpulse zugeführt, die den 16 Gradationen auf dem Umfang der kodierten Scheibe 1 entsprechen. Im vorliegenden Fall ist die Zeitgebung für den Anstieg und den Abfall des die Kippstufe triggernden Signals vorzugsweise mit dem ungefähren Zentrum der Impulsbreite einer einzelnen Rechteckwelle synchronisiert. Dies bedeutet, daß das Triggersignal ein Signal ist, welches die Kippstufe 16 triggert zur Erzeugung des Verschiebungstaktsignals. Die Impulsbreite, deren ungefähres Zentrum, wie oben erwähnt, zur Synchronisation bevorzugt wird, ergibt sich als eine Rechteckwelle, die der kleinsten effektiven Ableseeinheit in den seriellen Daten entspricht, welche zu den der Verschiebung nach rechts und nach links zugeordneten Eingängen des Schieberegisters 12 gelangen. Die oben beschriebene Synchronisation ist vorgesehen, um der wachsenden Möglichkeit zu begegnen, daß ungeeignete Daten in das Schieberegister 12 gelangen, wenn mehr serielle Daten dem Register 12 zugeführt werden mit einer Zeitgebung, die näher an der voreilenden oder nacheilenden Flanke einer Rechteckwelle der seriellen Daten liegt. Die geeignete Zeitgebung kann leicht ausgewählt werden durch eine geeignete Bestimmung der Phasendifferenz zwischen zwei Kombinationen der Anordnung der Detektoren an den Spuren, nämlich einmal der Spur 2 für das absolute Zeichenmuster mit den Detektoren 4R und 4L und zum anderen der Spur 3 für das inkrementale Muster mit den Detektoren 5A und 5B.

Wenn ein Taktimpuls eintrifft, übernimmt das Schieberegister 12 die oben beschriebenen seriellen Daten Bit für Bit durch seine Eingänge für die Verschiebung nach rechts und nach links. Die Daten werden in einer inneren Stufe des Registers nach der Verschiebung nach rechts oder links gespeichert, in Abhängigkeit von dem benutzten Eingang. Der Verschiebungseingang und die Verschiebungsrichtung werden ausgewählt unter Verwendung eines vom interpretierenden Kreis 14 gelieferten Richtungsidentifikationssignals. Wenn das Richtungsidentifikationssignal den Wert "1" hat, übernimmt das Schieberegister 12 serielle Daten vom Detektor 4R und führt eine Verschiebungsoperation nach rechts aus. Wenn das Richtungsidentifizierungssignal den Wert "0" hat, übernimmt das Schieberegister 12 serielle Daten vom Detektor 4L und führt eine Verschiebungsoperation nach links aus. Wenn das Schieberegister, wie in diesem Beispiel, vom vier-Bit Typ ist, besitzt es vier Stufen. An den zueinander parallelen Ausgängen 20a, 20b, 20c und 20d der Stufen erscheint ein Ausgangssignal mit vier-Bit parallelen Daten und der Zeitgebung der oben beschriebenen Taktimpulse. In dieser Weise liefern die vier Ausgänge 20a-d ein vierziffriges binär kodiertes Signal in einer unterschiedlichen 0-1 Kombination für jeden Abschnitt von  $\pi/8$  rad. auf der kodierten Scheibe 1.

Fig. 2 zeigt, wie die seriellen Daten in das Schieberegister 12 übernommen werden, wobei das Register seine Verschiebungsoperation nach rechts oder links durchführt, in dem Maße, wie die Relativbewegung zwischen der kodierten Scheibe und den Detektoren in ihrer Richtung umgeschaltet wird. Im vorliegenden Fall wird die Bewegung als Vorwärtsbewegung betrachtet, wenn die Spur 2 der kodierten Scheibe 1 sich in bezug auf die festen Detektoren nach links bewegt. (In Fig. 1A wird die Relativbewegung, die auftritt, wenn sich die kodierte Scheibe 1 entgegen dem Uhrzeigersinn bewegt, als Vorwärtsrichtung betrachtet.) Die Relativbewegung wird als rückwärts betrachtet, wenn sie in der entgegengesetzten Richtung verläuft.

In Fig. 2 bezeichnen die Buchstaben *A, B, C, ... I* der absoluten Spur 2 0-Werte und 1-Werte. Wie unterhalb der absoluten Spur 2 dargestellt, treffen Verschiebungsimpulse von der monostabilen Kippstufe 16 in der Reihenfolge *a, b, c, ... i* mit einer dem Zentrum jeder Gradation entsprechenden Zeitgebung ein, wenn sich die kodierte Scheibe 1 in Vorwärtsrichtung bewegt. Wenn sich die kodierte Scheibe 1 rückwärts bewegt, treffen die Impulse in der Reihenfolge *i, h, g, ... a'* ein.

Wenn sich die kodierte Scheibe 1 in Vorwärtsrichtung bewegt, übernimmt das Schieberegister 12 serielle Daten vom ersten Detektor 4R durch ihre am weitesten links liegende Stufe zur aufeinanderfolgenden Durchführung von Verschiebungsoperationen nach rechts in Übereinstimmung mit den oben beschriebenen Verschiebungstaktimpulsen *a, b, c, ... i*. Wenn die Relativbewegung nach rückwärts verläuft, übernimmt das Schieberegister 12 serielle Daten vom zweiten Detektor 4L durch seine am weitesten rechts liegende Stufe zur Durchführung aufeinanderfolgender Verschiebungsoperationen nach links in Übereinstimmung mit den Verschiebungstaktimpulsen *i, h, g, ... a'*. Diese Verfahrensweise ist auch in Fig. 2 dargestellt.

In der Unterfigur (1) von Fig. 2 sind die Inhalte des vier-Bit Schieberegisters 12 zu dem Zeitpunkt dargestellt, in dem der Detektor 4R an der Stelle A der Spur 2 positioniert ist und beim Taktimpuls *a* den Wert A in die am weitesten links liegende Stufe des Schieberegisters 12 sendet. Wenn die Spur 2 sich in Vorwärtsrichtung bewegt, führt das Schieberegister 12 bei den Verschiebungstaktimpulsen *b* bis *d* Verschiebungsoperationen nach rechts aus, und die Registerinhalte ändern sich in den in Unterfigur (2) von Fig. 2 dargestellten Zustand. Der dem Detektor 4R, so wie er angeordnet ist, entsprechende Adressencode ist DCBA. Wenn sich die kodierte Scheibe 1 weiter in Vorwärtsrichtung bewegt, ändern sich die Registerinhalte entsprechend Unterfigur (3) beim Verschiebungstaktimpuls *e* und entsprechend Unterfigur (4) beim Verschiebungstaktimpuls *f*. Zu dieser Zeit erreicht der zweite Detektor 4L den Punkt B auf der Spur 2 und gibt das Datensignal B ab. Der Teil B repräsentiert den Datenteil der soeben aus dem Schieberegister herausgeschoben worden ist, wie in Fig. 2 dargestellt. Wenn sich die kodierte Scheibe 1 mit den in Unterfigur (4) dargestellten Inhalten nach rückwärts bewegt, führt das Schieberegister 12 eine Verschiebungsoperation nach links aus, die auf einem vom Interpretationskreis 14 abgegebenen Richtungsidentifikationssignal basiert. Der unmittelbar nach der Umkehrung der Relativbewegung eintreffende Verschiebungstaktimpuls *f* veranlaßt das Schieberegister 12, die Daten B in seine am weitesten rechts liegende Stufe vom zweiten Detektor 4L zu übernehmen. Die so entstehenden Inhalte des Registers sind in Unterfigur (5) dargestellt. Bei

Weiterverfolgung der Rückwärtsbewegung bewirken die Verschiebungstaktimpulse *e', d'* usw., daß die Daten A und die folgenden Daten vom Detektor 4L in das Schieberegister 12 über seine am weitesten rechts liegende Stufe übernommen werden, wie dies in Unterfigur (6) dargestellt ist. Innerhalb des Registers werden die Daten nach links verschoben. Auf diese Weise zeigen die Ausgänge 20a-d, die den entsprechenden Stufen des Schieberegisters 12 zugeordnet sind, immer korrekte Ausgangssignale des Kodierers.

Im folgenden wird das absolute Zeichenmuster erläutert. Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 mit  $N = 4$  ist die Anzahl der Gradationen gleich  $16 (= 2^N)$  wie oben beschrieben. Wie aus Fig. 1A zu ersehen ist, ist das absolute Zeichenmuster auf der Spur 2 so angeordnet, daß immer dann, wenn vier aneinander angrenzende Gradationen entlang dem Umfang der kodierten Scheibe 1 schrittweise verschoben werden, für die gesamte Rotation der kodierten Scheibe 1 niemals die gleiche 0-1-Kombination für das Codesignal durch diese vier Gradationen gebildet wird. Auf diese Weise erhält man für das oben beschriebene absolute Zeichenmuster:

0000110101111001

Wenn der Ausgang 20a der Ziffer  $2^0$ , der Ausgang 20b der Ziffer  $2^1$ , der Ausgang 20c der Ziffer  $2^2$  und der Ausgang 20d der Ziffer  $2^3$  zugeordnet werden, erscheint in Abständen des relativen Drehwinkels von  $\pi/8$  rad. ein vier-Bit Absolutsignal mit unterschiedlichen Inhalten. In Fig. 3 ist ein jedem absoluten Signal zugeordneter Ausgangswert im Hexadezimalsystem rechts dargestellt.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, bilden die allen Kombinationen von vier aneinander angrenzenden Gradationen entsprechenden binären Ziffern 16 hexadezimale Werte, wenn sie unverändert in Form eines vier-Bit binären Codes verwendet werden.

Wenn die kodierte Scheibe 1 um  $360^\circ$  gedreht wird, bildet keine der Kombinationen von aneinander angrenzenden vier Gradationen denselben Wert. Dies bedeutet, daß ein Absolutkodierer bereitgestellt ist.

Ein absolutes Zeichenmuster wird in der folgenden Weise angeordnet. Wenn die Anzahl der Bits und die Anzahl der Gradationen für einen Absolutcode genügend klein sind, kann das absolute Zeichenmuster durch Probieren gefunden werden. Wenn diese Zahlen größer werden, wird es notwendig einen Computer zur Anordnung des Zeichenmusters einzusetzen.

Wenn ein vier-Bit Absolutcode-Signal gewünscht wird, kann das Verfahren zur Anordnung des absoluten Zeichenmusters in der folgenden Weise ausgeführt werden. Es gibt notwendigerweise einen Fall, bei dem alle vier aneinander angrenzenden Bits 0-Werte darstellen. Deshalb erscheint immer die Kombination von vier aneinander angrenzenden 0-Werten. Sollte eine fünfte "0" erscheinen, würde die gleiche Kombination kodiert werden. Aus diesem Grunde muß auf die vier aneinander angrenzenden 0-Werte eine "1" folgen. In dieser Weise wird fortlaufend eine "0" oder eine "1" einer jeder einzelnen Gradationsverschiebung folgenden vier-Bit Kombination hinzugefügt, ohne daß die gleiche Bit-Kombination erzeugt wird.

Das Ergebnis der mit einem Computer durchgeführten oben beschriebenen Berechnungen ist in den Unterfiguren (a) bis (d) von Fig. 4 dargestellt.

Unterfigur (a) von Fig. 4 zeigt einen Fall, bei dem die binären Gradationen einen fünf-Bit Absolutcode mit  $N=5$  zusammensetzen. Unterfigur (b) von Fig. 4 stellt

einen sechs-Bit Absolutcode dar, der aus binären Gradationen mit  $N=6$  gebildet ist. Unterfigur (c) von Fig. 4 zeigt einen acht-Bit Absolutcode gebildet aus binären Gradationen mit  $N=8$ . Unterfigur (d) von Fig. 4 zeigt einen 10-Bit Absolutcode, der aus binären Gradationen mit  $N=10$  hergestellt ist.

Die Unterfiguren (b), (c) und (d) von Fig. 4 zeigen jeweils eine Gradationsanordnung, in welcher die letzte Gradation jeder Zeile ohne Unterbrechung an den ersten Bit der nächsten Zeile anschließt, so daß ein einziger Absolutcode gebildet wird.

Wenn jede dieser Gradationsanordnungen in Fig. 4 auf einen rotierenden Kodierer angewendet wird, schließt sich an die letzte Gradation der letzten Zeile ohne Unterbrechung die erste Gradation der ersten Zeile an, so daß eine Schleife gebildet wird.

Bei Verwendung irgendeiner der oben beschriebenen Gradationsanordnungen ist es möglich, ein absolutes Zeichenmuster auf einer einzigen Spur auszubilden. Dies bedeutet, daß ein Absolutkodierer nach der vorliegenden Erfindung scheinbar die gleiche Größe hat wie der vergleichbare inkrementale Kodierer.

Zusätzlich zu dem rotierenden Kodierer, dessen bevorzugte Ausführungsform oben beschrieben wurde, ist die Erfindung auch auf lineare Kodierer zur Ablesung von Positionen entlang einer in einer geraden Linie angeordneten Einrichtung anwendbar. In diesem Fall kann ein Kodierelement, das sich relativ zu den Detektoren bewegt, ein absolutes Zeichenmuster aufweisen, das linear in Richtung der Relativbewegung verläuft. Die Erfindung ist nicht nur auf Kodierer vom optischen Typ wie in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel anwendbar, sondern auch auf Absolutkodierer vom magnetischen Typ und andere Typen, die mit unterschiedlichen Empfangsprinzipien arbeiten.

#### Patentansprüche

1. Absolutkodierer mit einer kodierten Scheibe, die mit einer ersten Spur versehen ist, welche ein absolutes Zeichenmuster trägt, und mit Detektoreinheiten, die entlang dieser ersten Spur so angeordnet sind, daß eine Relativbewegung zwischen ihnen und der kodierten Scheibe erzeugbar ist, gekennzeichnet durch

- einen ersten Detektor (4R) und einen zweiten Detektor (4L) als Detektoreinheiten, die in einem vorgegebenen Abstand voneinander entlang der ersten Spur (2) angeordnet sind;
- eine Auswerteeinheit (14) zur Erkennung einer relativen Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung zwischen den Detektoren (4R, 4L) und der kodierten Scheibe (1);
- einen Seriell/Parallel-Datenwandler (12), dem die vom ersten oder zweiten Detektor (4R, 4L) abgegebenen Daten zugeführt werden, in Abhängigkeit von der als vorwärts oder rückwärts erkannten Relativbewegung gemäß einem Ausgangssignal der Auswerteeinheit (14), wobei die seriellen Daten durch den Wandler (12) in eine von zwei einander entgegengesetzten Richtungen verschoben werden, wenn sie als von einem der beiden ersten und zweiten Detektoren (4R, 4L) kommend erkannt werden, und die seriellen Daten nach der Verschiebung vom Wandler (12) als parallele Daten mit einer vorgegebenen Anzahl von Bits abgegeben werden.

2. Absolutkodierer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Seriell/Parallel-Datenwandler ein Schieberegister (12) mit serieller Eingabe und paralleler Ausgabe aufweist, das ein Paar Schiebееingänge für einander entgegengesetzte Verschiebungen besitzt, wobei serielle Daten vom ersten Detektor (4R) dem einen Schiebееingang (R/1) und serielle Daten vom zweiten Detektor (4L) dem anderen Schiebееingang (L/1) des Schieberegisters (12) zugeführt werden.

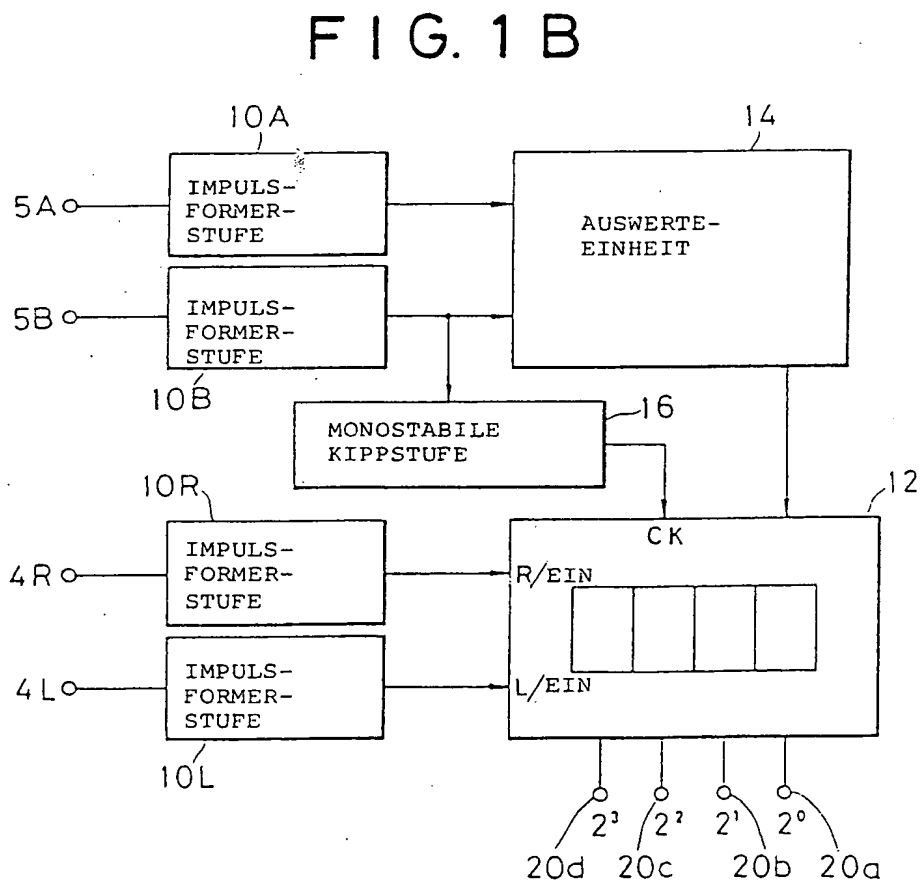
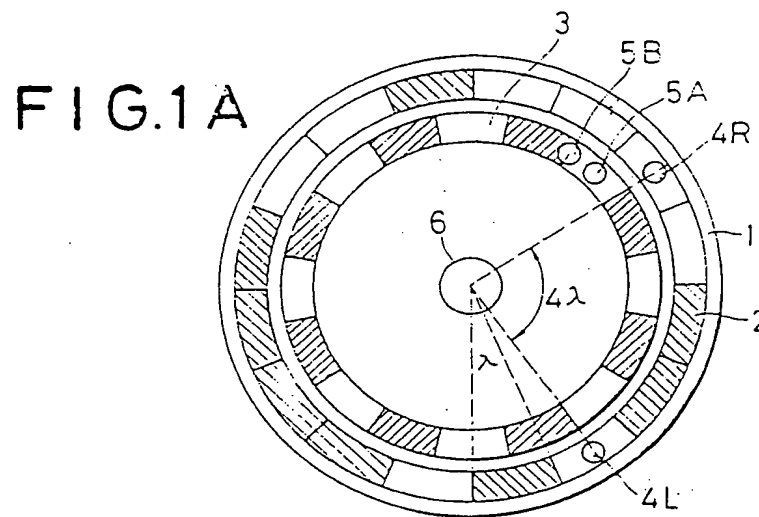
3. Absolutkodierer nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch

- eine zweite Spur (3), die ein inkrementales binäres Zeichenmuster trägt und parallel zur ersten Spur (2) auf der kodierten Scheibe (1) angeordnet ist;
- zusätzliche Detektoren (5A, 5B) zur Erzeugung eines periodischen Rechtecksignals entsprechend der Relativbewegung durch Ablesen des binären Zeichenmusters von der zweiten Spur (3);
- eine Einheit (16) zur Erzeugung von Taktimpulsen zur Synchronisation des Rechtecksignals mit der Arbeitsweise des Seriell/Parallel-Datenwandlers (12).

4. Absolutkodierer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzlichen Detektoren (5A, 5B) jeweils ein Rechtecksignal mit der Phase A und ein Rechtecksignal mit der Phase B abgeben, die um 90° gegeneinander phasenverschoben sind, und die Auswerteeinheit (14) die Phasendifferenz zwischen dem Rechtecksignal mit der Phase A und dem Rechtecksignal mit der Phase B erfaßt zur Erzeugung eines Richtungserkennungssignals unter Verwendung eines logischen Schaltkreises.

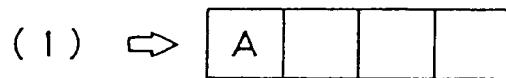
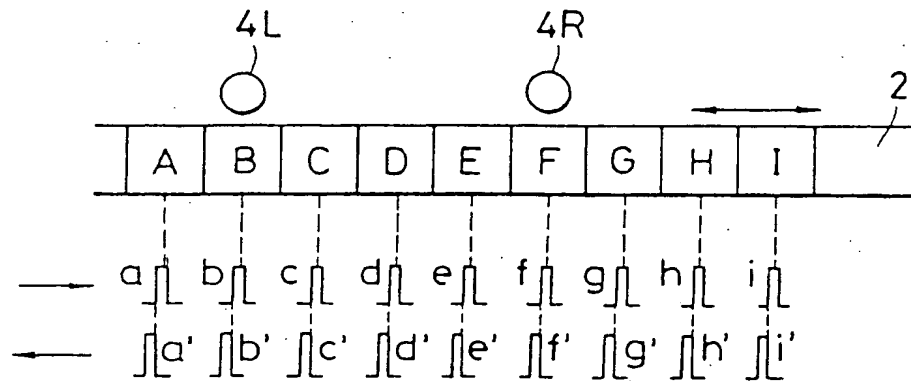
5. Absolutkodierer nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einheit (16) zur Erzeugung von Taktimpulsen einen Taktimpuls erzeugt, der ungefähr auf das Zentrum der Impulsbreite einer einzelnen Rechteckwelle synchronisiert ist, die jeder kleinsten effektiven Leseinheit der in den Seriell/Parallel-Datenwandler (12) eintretenden seriellen Daten entspricht.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

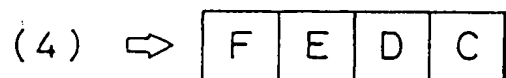
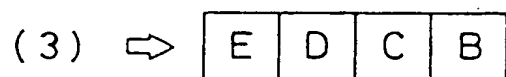
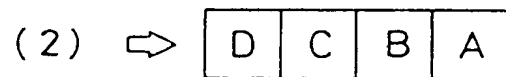




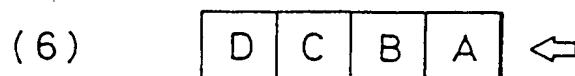
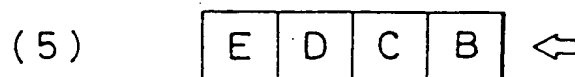
# FIG. 2



}



RICHTUNGS-  
UMKEHR



SERIELLE DATEN: EINLAUF

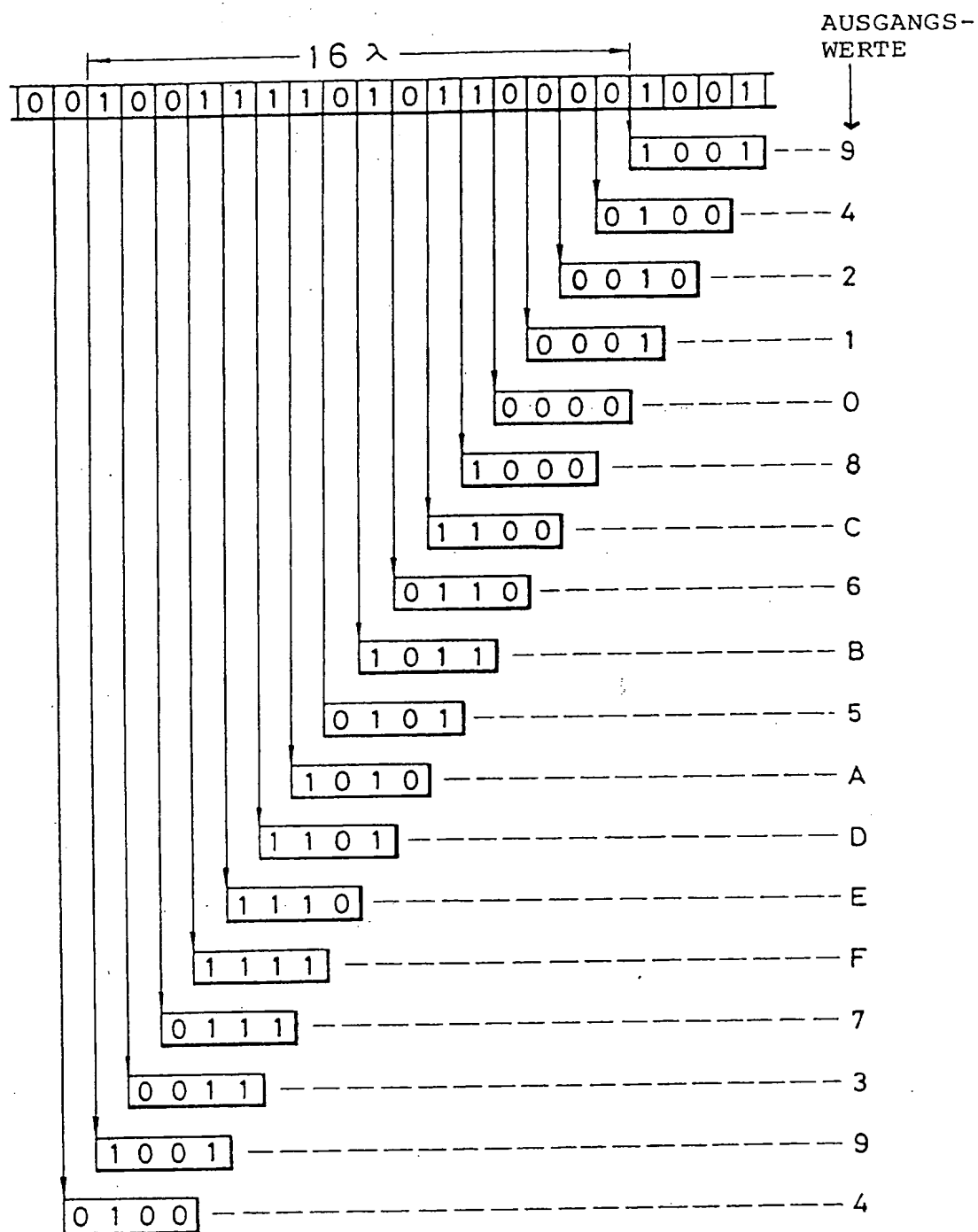


FIG.3

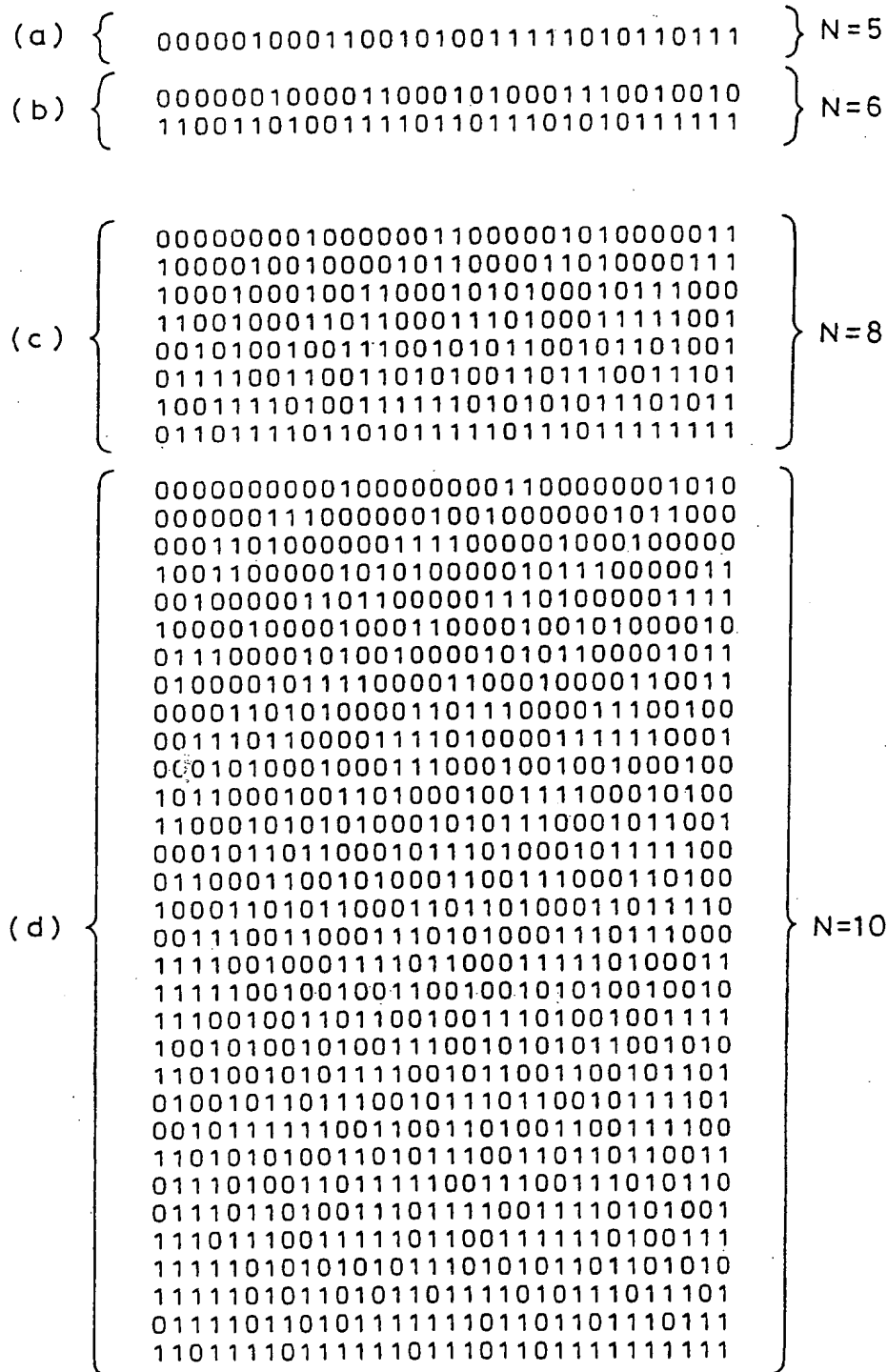


FIG. 4